



APLICAÇÕES DOS CONCEITOS DA NEUROENGENHARIA NA AGROINDÚSTRIA: MONITORAMENTO, MANUTENÇÃO E AUTOSSUSTENTABILIDADE

APPLICATIONS NEUROENGINEERING'S CONCEPTS IN AGRIBUSINESS: MONITORING, MAINTENANCE AND SELF-SUSTAINABILITY

HORACIO SOUSA DE OLIVEIRA JUNIOR | hsousajunior@hotmail.com | Universidade de Taubaté/SP

ARCIONE FERREIRA VIAGI | arcione.fviagi@unitau.br | Universidade de Taubaté/SP

ROQUE ANTÔNIO DE MOURA | roque.moura@fatec.sp.gov.br | Fatec São José dos Campos/SP

RESUMO

A agroindústria enfrenta o desafio de equilibrar a crescente demanda por alimentos com a necessidade urgente de ser autossustentável. Nesse cenário, a neuroengenharia, que combina a neurociência com a engenharia para desenvolver tecnologias que interagem com o sistema nervoso, emergindo como recurso inovador para monitorar e otimizar processos, resultando em ganhos de produtividade e na redução do impacto ambiental. O objetivo desta pesquisa é divulgar como a neuroengenharia pode ser aplicada para monitorar o desempenho cognitivo dos operadores em etapas críticas do preparo, plantação e colheita dos grãos. A metodologia contou com literaturas e publicações científicas alusivas ao tema e disponível para o público. Com o resultado a identificação de sinais de fadiga, estresse ou falta de atenção da força labora podem levar a erros, acidentes ou à redução da eficiência. Conclui-se que ao se monitorar o estado mental dos operadores, é possível otimizar as cargas de trabalho, ajustar os horários de turnos e fornecer intervenções preventivas, garantindo um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo.

Palavras-chave: Agroindústria. Autossuntebalidade. Neuroengenharia. Prevenção de erros humanos.

ABSTRACT

The agribusiness industry faces the challenge of balancing the growing demand for food with the urgent need for self-sustainability. In this scenario, neuroengineering, which combines neuroscience and engineering to develop technologies that interact with the nervous system, is emerging as an innovative resource for monitoring and optimizing processes, resulting in productivity gains and reduced environmental impact. The objective of this research is to disseminate how neuroengineering can be applied to monitor the cognitive performance of operators during critical stages of grain preparation, planting, and harvesting. The methodology used publicly available literature and scientific publications related to the topic. The result was the identification of signs of fatigue, stress, or lack of attention among the workforce, which can lead to errors, accidents, or reduced efficiency. The conclusion is that by monitoring the mental state of operators, it is possible to optimize workloads, adjust shift schedules, and provide preventive interventions, ensuring a safer and more productive work environment.

Keywords: Agribusiness. Self-sustainability. Neuroengineering. Human error prevention.

1. INTRODUÇÃO

A agroindústria é a espinha dorsal da economia global, garantindo a segurança alimentar e gerando riqueza. No entanto, para que ela continue a prosperar, é crucial que seus processos sejam não apenas produtivos, mas também sustentáveis e confiáveis (Choudhary *et al.*, 2023).

Nesse cenário que a neuroengenharia, uma área da ciência que une a neurociência à engenharia, emerge como uma força transformadora, revolucionando a forma como a manutenção é planejada e executada (Bansal; Evans; Jones, 2004).

Segundo alguns neurocientistas em obras como com a revolução neuro industrial, a integração de dados neurais em tempo real com os sistemas de controle de processos é o próximo passo lógico para a otimização das organizações. A capacidade de prever a fadiga humana e ajustar o sistema antes que os erros ocorram é uma revolução silenciosa que trará grandes benefícios econômicos e ambientais (Chen; Decary, 2020; Moura *et al.*, 2024)

Exemplos podem ser vistos com as políticas públicas brasileiras voltadas à infraestrutura educacional que incorporam progressivamente a carga cognitiva e mental como fator intrínseco para a qualidade do ensino (Benevides *et al.*, 2024; Antônio *et al.*, 2024). Entre esses critérios, destaca-se a temperatura corpórea nos locais de aprendizagem (Brasil, 2020).

A neuroengenharia é o estudo e a aplicação de princípios da neurociência para desenvolver tecnologias que interagem com o sistema nervoso. Embora seja mais conhecida por sua lógica e seus métodos, ela pode ser aplicada aos sistemas complexos dos processos industriais se adaptando às necessidades, como por exemplo, um *range* da temperatura que assegure o conforto térmico dentro de faixas compatíveis com o sistema humano nas diferentes estações do ano (ABRAVA, 2022; ABNT, 2020).

A coleta e a análise de biossinais combinadas com indicadores de desempenho (KPIs) da produção como *takt time*, *lead time* e *cycle time*, possibilitam uma compreensão mais profunda das variações na linha de produção. Ao comparar esses dados com métodos de monitoramento tradicionais, que se baseiam principalmente em métricas de produção, a neuroengenharia oferece uma visão mais completa, incorporando o fator humano na equação da eficiência, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 | Monitoramento e análise de biossinais



Fonte: Autores (2025).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Wargocki e Wallace (2018), estudos da psicologia ambiental e pedagogia têm evidenciado que a temperatura e a qualidade do ar influenciam diretamente a concentração humana. A detecção precoce de desvios no padrão, baseada na análises cognitivas dos operadores e de todo ecossistema produtivo pode evitar perdas ou a produção de lotes inteiros de produtos fora do padrão.

A neuroengenharia também pode contribuir para a otimização de sistemas de irrigação ou de dosagem de insumos, onde a precisão da percepção humana é fundamental, contribuindo para melhores indicadores ambientais, como a redução da pegada hídrica e de carbono da agroindústria.

A integração da neuroengenharia na agroindústria representa um avanço qualitativo em direção a um modelo de produção mais inteligente, eficiente e sustentável.

Ao aliar o conhecimento do cérebro humano com a tecnologia de ponta, a indústria está pavimentando o caminho para um futuro em que a produção de alimentos é otimizada em todos os

seus aspectos, do cognitivo ao ambiental.

A aplicação da neuroengenharia possibilita otimizar o desempenho dos operadores e os processos de tomada de decisão, sendo possível reduzir significativamente o desperdício de matéria-prima, energia e água. Um exemplo é o uso para auxiliar em tarefas de controle de qualidade que exigem alta precisão e concentração conforme Figura 2.

Figura 2 | Monitoramento e análise de biossinais



Fonte: Autores (2025).

Conforme Costa *et al.* (2025) um bom desempenho na coletividade usando a tecnologia requer também uma boa cadeia de suprimentos e sua correta manutenção, entendendo-se que a neuroengenharia na agroindústria vai além da eficiência e sustentabilidade.

Socialmente, a neuroengenharia pode melhorar a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, reduzindo o risco de acidentes e a exaustão e simultaneamente aumentar a eficiência e a redução de desperdícios minimizando o impacto ambiental e contribuindo para a preservação de recursos naturais.

No Quadro 1 mostra-se a como uma cadeia técnica é complexa, composta por múltiplos níveis que para fins analíticos, pode-se dividir essa cadeia em três níveis principais (Chopra; Meindl, 2016).

Quadro 1 | Classificação da cadeia técnica “Tiers”

Nível	Players do ecossistema envolvido no nível
Tier 1	Fabricantes de equipamentos, responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico, especificações técnicas e garantia de desempenho.
Tier 2	Distribuidores, integradores e representantes comerciais que intermediam a venda, prestam suporte técnico e configuram os sistemas conforme a demanda do cliente.
Tier 3	Empresas instaladoras e equipes de manutenção, que executam a obra, fazem ajustes em campo e realizam serviços pós-instalação.

Fonte: Adaptado de Chopra e Meindl (2016).

A literatura em gestão da cadeia de suprimentos (Chopra; Meindl, 2016) destaca que a fragmentação e a falta de integração entre os níveis da cadeia são fatores recorrentes de ineficiência operacional, perda de qualidade e aumento de custos. Em setores técnicos há problemas também pela falta de treinamento técnico, ausência de planos de manutenção e falhas de comunicação entre fabricantes e instaladores (Ramos; Pereira, 2019) ou seja, falhas sistêmicas da cadeia de suprimentos (Silva *et al.*, 2025).

Segundo Christopher (2020), a cadeia de suprimentos é um sistema integrado de fluxos materiais, financeiros e informacionais que conecta fabricantes que devem atender a correta especificação, instalação e manutenção (Oliveira *et al.*, 2025). A ausência de padronização nos procedimentos de montagem, drenagem, fixação e isolamento compromete diretamente a durabilidade e o desempenho dos equipamentos exigindo manutenções corretivas recorrentes (Silva *et al.*, 2024).

O conceito de sustentabilidade operacional (Liu; Deshmukh, 2021) está na redução de desperdícios, tempo e impacto ambiental. Relatórios de inspeção revelam falhas destacando a fragilidade dos processos de supervisão técnica e integração entre os níveis da cadeia (Da Silva Filho *et al.*, 2025).

2.1 Interação tecnológica: humano + máquina

A falta de confiabilidade em máquinas e equipamentos, nas atividades produtivas causam falhas que comprometem a disponibilidade de máquinas e equipamentos, prejudicando ser competitivo nos negócios da organização. Um importante recursos são os chamados 50+ (cinquenta anos ou mais) que além da vivência tem uma abordagem mais experiente de errar menos e aprender mais facilmente (Oliveira *et al.*, 2025) ressaltando que mesmo assim há lacunas expressivas entre profissionais de manutenção. No Quadro 2 são mostrados a relação da manutenção centrada em confiabilidade com a agroindústria.

Quadro 2 | Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e a Agroindústria

Operação	Espera-se da Manutenção Centrada em Confiabilidade
Aumentar a Disponibilidade dos Equipamentos	Prevenir falhas. A MCC assegura que tratores, colheitadeiras e equipamentos de processamento estejam sempre prontos para operar, maximizando o tempo de atividade durante as safras.
Reduzir Custos Operacionais	Evitar quebra inesperada minimiza gastos com reparos emergenciais peças sobressalentes e perdas de produção. A MCC permite que a manutenção seja planejada e realizada de forma mais econômica.
Melhorar a Segurança	Identificar e mitigar riscos de falha em equipamentos críticos ajuda a criar um ambiente de trabalho mais seguro para os colaboradores.
Otimizar a Gestão de Ativos	A MCC ajuda a priorizar quais equipamentos necessitam de mais atenção com base na sua criticidade para a operação. Isso garante que os recursos de manutenção sejam alocados de forma mais eficiente.

Fonte: Autores (2025).

A Manutenção Centrada na Confiabilidade ou *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) aliada a neuroengenharia impulsionam de forma eficaz a produtividade na agroindústria focando na otimização de (Hiraoka *et al.*, 2003).

A neurociencia e a engenharia em um contexto mais amplo se concentra na análise de dados e tomadas de decisões (Kothamasu; Shuang, 2006). Enquanto a MCC otimiza o *hardware* (máquinas e equipamentos) a neuroengenharia otimiza o *software* para análise de dados e a tomada de decisões (Mendas; Delali, 2012). As aplicações práticas da neuroengenharia na agroindústria são mostradas no Quadro 3.

Quadro 3 | Conceitos da Neuroengenharia na Agroindústria

Atividade	Contribuição da Neuroengenharia no agronegócio
Agricultura de Precisão	Sensores, drones e satélites coletam dados sobre o solo, umidade, saúde das plantas e presença de pragas. Mapas detalhados possibilitam aplicar fertilizantes e defensivos onde são necessários sem desperdícios.
Otimização da Cadeia de Suprimentos	A inteligência artificial (IA) preve a demanda do mercado, as flutuações de preços e melhores rotas de transporte otimizando a logística e a gestão do armazenamento dos produtos agrícolas.
Previsão de Safras e Doenças	Análise de históricos de clima, solo e padrões de crescimento, Prever o rendimento de uma safra ou a probabilidade de surtos de doenças e pragas, permitindo que os agricultores ajam preventivamente.
Automação e Robótica	A IA em veículos e máquinas autônomas realizam tarefas como plantio, colheita e capina, operando com alta precisão e eficiência.

Fonte: Autores (2025).

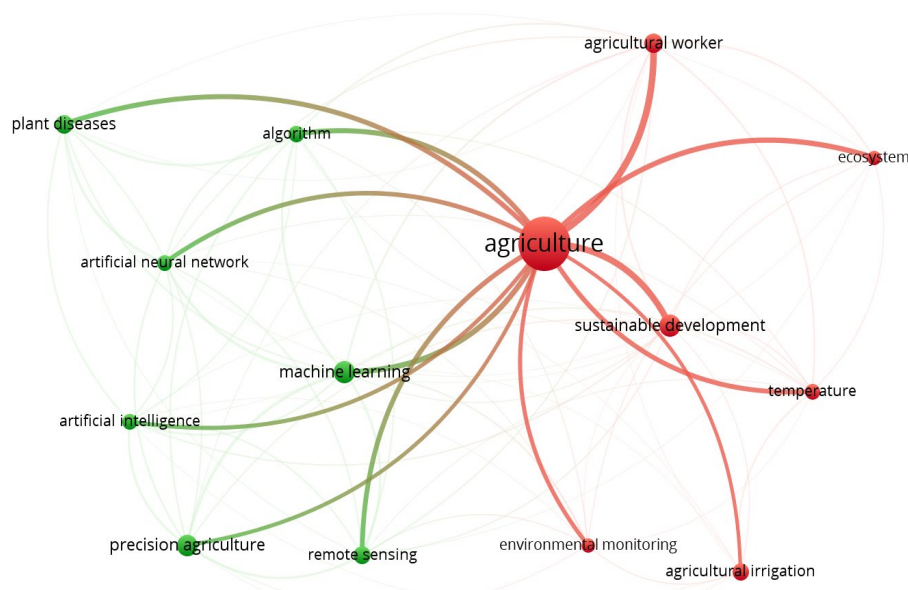
3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com base em um estudo de caso múltiplo. A escolha por essa abordagem se justifica pela necessidade de compreender em profundidade as particularidades da neuroengenharia na agroindustria. A pesquisa foi conduzida em quatro fases.

3.1 Análise Documental

Foram avaliadas publicações (Figura 3), projetos técnicos, memoriais descritivos, contratos de fornecimento e instalação, bem como relatórios de comissionamento e aceitação técnica. O grau de rastreabilidade dos componentes e a clareza na definição de responsabilidades entre os *Tiers* da cadeia de suprimentos.

Figura 3 | Pesquisa na base *Scopus* com palavras-chave correlacionadas a agricultura



Fonte: Autores (2025).

3.2 Entrevistas Semiestruturadas

Entrevistas com engenheiros responsáveis pelas instalações (*Tier 3*) e Fabricantes e distribuidores de equipamentos (*Tiers 1 e 2*). Em busca mapear as percepções sobre falhas recorrentes, lacunas de comunicação, práticas informais e desafios logísticos enfrentados.

3.3 Inspeções in loco

Visitas técnicas foram realizadas com registro fotográfico, preenchimento de *checklist* técnico e observação direta das condições de instalação e operação.

3.4 Mapeamento dos Fluxos de Suprimento

Com base nas informações coletadas, será realizada a diagramação da cadeia destacando-se os fluxos físicos para pessoas, máquinas, equipamentos e insumos visando identificar gargalos, zonas de risco e pontos de melhoria sistêmica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma análise sobre os conceitos da neuroengenharia aplicadas na agroindústria para monitoramento, manutenção e busca pela autossustentabilidade foi realizado uma análise SWOT.

4.1 Pontos fortes (Strengths) como fatores internos e positivos

A IA possibilita uma agricultura de precisão, uso consciente de insumos (água, fertilizantes, defensivos) onde e quando são necessários. Isso reduz o desperdício. A análise de grandes volumes de dados (clima, solo, saúde das plantas) por redes neurais possibilita prever as melhores épocas para plantio e colheita, resultando em safras mais robustas e previsíveis.

Máquinas, veículos e sistemas autônomos, guiados por IA, podem realizar tarefas repetitivas e pesadas, como plantio e colheita, diminuindo a dependência de mão de obra e aumentando a eficiência. A otimização do uso de recursos e a redução do impacto ambiental são pilares para tornar a produção agrícola mais sustentável a longo prazo (Santos *et al.*, 2025).

4.2 Pontos fracos (Weaknesses) como fatores internos e negativos

A implementação de sensores, drones, robôs e *softwares* de IA exige um investimento inicial significativo, o que pode ser uma barreira para pequenos e médios produtores. A operação e manutenção dessas tecnologias requerem mão de obra especializada.

Muitos sistemas dependem de uma conexão de *internet* estável e rápida para transmitir e processar dados em tempo real, o que ainda é um desafio em regiões agrícolas. A adoção de novas tecnologias exige que os agricultores e suas equipes passem por um período de treinamento e adaptação, que pode ser longo e desafiador (Sathiyamurthi *et al.*, 2025).

4.3 Oportunidades (Opportunities) como fatores externos e positivos

A constante evolução da IA, sensores e robótica está tornando as tecnologias mais acessíveis e eficientes a cada ano. Consumidores e governos estão cada vez mais pressionando por práticas agrícolas que reduzam o impacto ambiental, e nesse sentido, a neuroengenharia oferece as ferramentas ideais para isso.

A otimização dos recursos e a redução da pegada de carbono podem gerar créditos de carbono ou outras vantagens financeiras. A colaboração entre o setor agrícola e empresas de tecnologia pode acelerar o desenvolvimento de soluções personalizadas e acessíveis (Sharma; Kamble; Gunasekaran, 2018).

4.4 Ameaças (Threats) como fatores externos e negativos

A coleta e o armazenamento de grandes volumes de dados podem atrair ciberataques, e a proteção dessas informações é uma preocupação constante. A falta de regulamentação clara sobre o uso de IA e robótica na agricultura pode gerar incertezas jurídicas e éticas (Oliveira *et al.*, 2025).

O uso de algoritmos para tomar decisões sobre culturas pode levantar questões sobre a autonomia do produtor e o controle das cadeias de produção. A concentração de tecnologia em poucas empresas pode criar uma dependência do agricultor em relação a esses fornecedores, tanto para hardware quanto para *software* (Yan; Koç; Lee, 2004).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao unir os princípios da manutenção centrada na confiabilidade (MCC) com os conceitos da neuroengenharia, a agroindústria pode dar um salto em direção a um futuro mais resiliente e sustentável, pois tal combinação não trata somente das máquinas como meros equipamentos, mas sim como sistemas complexos que atendem de forma autônoma e sem sobrecarregar humanos.

Em vez de seguir cronogramas de manutenção rígidos, a neuroengenharia inspirada no funcionamento do cérebro, possibilita criar sistemas que aprendem e se adaptam por meio de sensores e atuadores em máquinas como moinhos de grãos que coletam dados em tempo real sobre vibração, temperatura e energia, o que geralmente na correria do dia a dia é um detalhe imperceptível para a equipe humana.

Uma produção mais eficiente, com menos produtos descartados devido a interrupções na linha de produção e com máquinas operando em seu pico de desempenho consomem menos energia. Apesar dos desafios, como o custo de implementação e a necessidade de profissionais qualificados, as oportunidades são vastas.

A combinação da neuroengenharia com a agroindústria pode transformar o agronegócio em um setor de ponta, onde a produção agrícola e a sustentabilidade caminham lado a lado, mostrando que essa abordagem não é apenas sobre tecnologia, mas sobre uma nova forma de pensar a manutenção, tornando-a mais inteligente, confiável e ecologicamente responsável.

REFERÊNCIAS

- ABRAVA. Boas Práticas para Instalação de Sistemas AVAC-R. São Paulo: 2022.
- ABNT. 2020. Associação Brasileira de Normas Técnicas: **ABNT NBR 16401: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários**. Parte 1, 2 e 3. Rio de Janeiro, 2008.
- ANTÔNIO, M. R., REGINA, O. M., GOUSSAIN, B. G. C. S., SILVA, M. B. (2024). Neuroergonomics approach in the workplace aiming to standardize movements and increase workers' sense of well-being. 24(10), 472–482. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27>
- BANSAL, DJ EVANS, B. JONES. (2004). Um sistema de manutenção preditiva em tempo real para sistemas de máquinas. Revista Internacional de Máquinas-Ferramenta e Fabricação, 44 (2004), pp. 759 – 766
- BENEVIDES, M. P.; XAVIER, K. R. S. L.; et al. (2024) Sign talk assistive technology: real-time recognition of the libras typical alphabet using artificial intelligence. RGSA, v. 18, n. 12, p. e010610, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-214>
- BRASIL. **Ministério da Educação**. Plano Nacional de Educação – PNE 2024–2034: Documento-Base para Discussão. Brasília: MEC, 2020.
- CHEN, M., & DECARY, M. (2020). Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. Fórum. <https://doi.org/10.1177/0840470419873123>
- CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2020.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Administração da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.
- CHOUDHARY, K.; BOORI, M.S.; SHI, W.; VALIEV, A.; KUPRIYANOV, A. (2023) Agricultural land suitability assessment for sustainable development using remote sensing techniques with analytic hierarchy process. Remote Sens. Appl. Soc. Environ. 32, 101051. [CrossRef]
- COSTA, J. C. L., SANTOS, D. F. A., OLIVEIRA, M. R. DE, & MOURA, R. A. DE. (2025). Aprendizagem com solução de problemas reais para aprimoramento discente na injunção socioprofissional. CLCS, 18(2), <https://doi.org/10.55905/revcon-v.18n.2-100>
- DA SILVA FILHO, A. L.; BENEVIDES, M. P.; NOHARA, E. L.; DE MOURA, R. A. (2025). Mechanical engineering in construction up to 1200 mm in diameter. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 402. <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/6788>
- HIRAOKA, N.; IWANAMI, Y. FUJII, T. SEYA, H. ISHIZUKA Agentes de rede para suporte de ciclo de vida de peças mecânicas. In: Anais do Terceiro Simpósio Internacional sobre Design Ambientalmente Consciente e Manufatura Inversa (2003), pp. 61 - 64
- KOTHAMASU, R., SHUANG, WH. Monitoramento e prognóstico da saúde do sistema - uma revisão dos atuais paradigmas e práticas. Revista Internacional de Tecnologia Avançada de Manufatura, 28 (2006), pp. 1012 - 1024
- LIU, Y.; DESHMUKH, A. Resilience in Automotive Supply Chains. Chalmers University, 2021.
- MENDAS, A.; DELALI, A. (2012). Integration of multicriteria decision analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. Comput. Electron. Agric. 2012, 83, 117–126. [CrossRef]
- MOURA, R. A., OLIVEIRA, M. R., GOUSSAIN, B. G. C. S., & SILVA, M. B. (2024). Neuroergonomics applied in production Engineering to improve workers' performance and sense of well-being. *Concilium*, 24(6), 535–548. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27>

[org/10.53660/CLM-3181-24F35](https://doi.org/10.53660/CLM-3181-24F35)

OLIVEIRA, M. R.; BENEVIDES, K. D. G.; RUFINO, L. J. G. C.; SANTOS, D. F. A.; BENEVIDES, M. P.; MOURA, R. A. Direito Digital e limitação no uso da IA: um ponto para reflexão. CLCS, [S. l.], v. 18, n. 7, p. e19679, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.7-341. <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/19679>

RAMOS, C. L.; PEREIRA, A. G. **Desafios da Gestão Técnica em Sistemas AVAC-R: A Falta de Integração como Fator Crítico.** Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada, v. 7, n. 1, p. 35–49, 2019.

SANTOS, D. F. A. DOS, BENEVIDES, K. D. G., BENEVIDES, M. P., OLIVEIRA, M. R. DE, RICHETTO, M. R. S., GOUSSAIN, B. G. C. S., & MOURA, R. A. DE. (2025). Sistema fly by wire: maior segurança e eficiência no controle de decolagem, voo e pouso assistidos. CLCS, 18(7), e19082. <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.7-011>

SATHIYAMURTHI, S.; YOUSSEF, Y.M.; GOBI, R.; RAVI, A.; ALARIFI, N.; SIVASAKTHI, M.; PRAVEEN KUMAR, S.; DAŁBROWSKA, D.; SAQR, A.M. Optimal land selection for agricultural purposes using hybrid geographic information system–fuzzy analytic hierarchy process–geostatistical approach in India: Synergies and Trade-Offs Dev. Goals. Sustainability 2025, 17, 809. <https://doi.org/10.3390/su17030809>

SHARMA, R.; KAMBLE, S.S.; GUNASEKARAN, A. Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: A literature review identifying the current trends and future perspectives. Computer Electron. Agric. 2018, 155, 103–120. [CrossRef]

SILVA, E. A.; CAMARGO, A. A.; SILVA, M. B.; MOURA, R. A. (2024). Neuroergonomía y Tecnologías inmersivas para lograr un envejecimiento saludable sin dolor. Exatas. V.30. DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3916>

SILVA, JC DA, TOMÉ, LL, SANTOS, DFA, COSTA, JCL, OLIVEIRA, MR DE, & MOURA, RA DE. (2025). Indústria metalmeccânica conectada à internet das coisas para eficiência na gestão robôs colaborativos. RGSA , 19 (6), e012413. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n6-018>

WARGOCKI, P.; WALLACE, L. A. **Air Quality, Ventilation and Learning in Schools.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 5, p. 906, 2018. DOI: 10.3390/ijerph15050906

YAN , M. KOÇ , J. LEE. (2004). Algoritmo de prognóstico para avaliação de desempenho de máquinas e sua aplicação. Planej.e Controle de Produção , 15 (8), pp. 796 - 801

